

CONTRIBUTION DES INSECTES FLORICOLES À L'AMÉLIORATION DES PARAMÈTRES DE PRODUCTION DE LA TOMATE AU NORD DE LA CÔTE D'IVOIRE

**Drissa COULIBALY^{1*}, Franceline DOH¹, Sarah KONARE²,
Nounankan Siata SORO¹, Yalamoussa TUO¹
et Kouakou Hervé KOUA³**

¹ Université Peleforo Gon Coulibaly, UFR Sciences Biologiques,
Département de Biologie Animale, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

² Université Peleforo Gon Coulibaly, UFR Sciences Biologiques,
Département de Géosciences, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

³ Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences, Département de
Zoologie, Biologie Animale et Ecologie, 22 BP 1611 Abidjan 22,
Côte d'Ivoire

(reçu le 03 Octobre 2023; accepté le 27 Novembre 2023)

* Correspondance, e-mail : coulibalydriss2008@yahoo.fr

RÉSUMÉ

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) est une plante très importante au monde car, ses fruits sont fortement et diversement utilisés dans l'alimentation humaine. Cependant, plusieurs études ont tendance à attribuer le succès de la production de la tomate à la présence des insectes floricoles. En Côte d'Ivoire, très peu d'études concernant les pollinisateurs de la tomate, ont été réalisées. Cette étude vise ainsi, à contribuer à la connaissance des insectes floricoles de la tomate en Côte d'Ivoire afin d'évaluer leur implication réelle sur la production. Elle a été réalisée dans un champ expérimental de tomate de la variété COBRA au sein du jardin botanique de l'Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo, au Nord de la Côte d'Ivoire. La méthodologie a consisté à déterminer la diversité des insectes floricoles, à évaluer leur activité et, à appliquer des traitements de pollinisation sur quelques plants de tomate. Les observations des insectes floricoles ont été faites une fois par semaine de 6h à 18h à raison de 15 minutes par tranche horaire. Des traitements de pollinisation ont été appliqués sur 100 plants de tomate. En effet, 50 plants par lot de 10, ont été protégés sous des enceintes faites de toiles anti-moustiques pour empêcher l'accès des insectes aux fleurs afin de favoriser l'autopollinisation. Les 50 autres plants sont restés libres. Les paramètres de production tels que, le taux de fructification, la masse, la taille et la

circonférence des fruits, ont été rapportés au niveau de chaque traitement puis comparés. Les résultats ont montré que les fleurs de tomates sont visitées essentiellement par les abeilles. Les principales espèces d'abeilles observées sur les fleurs étaient composées de *Halictus* sp, *Apis mellifera*, *Pseudapis interstitinervis*, *Acunomia ivoiriensis*, *Meliponula togoensis* et *Ceratina* sp. L'activité de ces abeilles, bien que variables au cours de la journée, a amélioré significativement tous les paramètres de production de la tomate. En plus, l'abeille sauvage *Halictus* sp pourrait contribuer directement à la pollinisation croisée car, en plus de vibrer les fleurs, elle y pénètre profondément pour récolter du pollen. Ces résultats sont assez pertinents car, ils montrent qu'au-delà du vent, il faudrait désormais compter sur l'implication des abeilles pour améliorer la production de la tomate.

Mots-clés : insectes, abeilles, pollinisation, tomate, fructification, korhogo.

ABSTRACT

Contribution of floricultural insects to improving tomato production parameters in the north of Cote d'Ivoire

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) is a very important plant in the world because its fruits are widely and diversely used in human food. However, several studies tend to attribute the success of tomato production to floricultural insects presence. In Cote d'Ivoire, hardly anything is known about tomato pollinators. This study thus aims to contribute to the knowledge of tomato floricultural insects in Cote d'Ivoire in order to assess their real implication on the production. It was carried out in an experimental tomato field of the variety COBRA, inside the botanical garden of University Peleforo Gon Coulibaly of Korhogo, in the north of Cote d'Ivoire. The methodology approach consisted to determine the floricultural insects' diversity, to assess their activity and to apply pollination treatments on tomato plants. Observations of floricultural insects were made once a week from 6 a.m. to 6 p.m. for 15 minutes per time slot. Pollination treatments were applied to 100 plants. Indeed, 50 plants per batch of 10, were protected under anti-mosquito canvas enclosures to prevent insects from accessing the flowers in order to promote self-pollination. The other 50 plants remained free. Production parameters such as fruit set, fruit weight, fruit size and fruit circumference were reported at the level of each treatment and then compared. The findings showed that tomato flowers are visited mainly by bees. The main bee species observed on the flowers consisted of *Halictus* sp, *Apis mellifera*, *Pseudapis interstitinervis*, *Acunomia ivoiriensis*, *Meliponula togoensis* and *Ceratina* sp. Activity of these bees, although variable during the day, significantly improved

all production parameters. In addition, the wild bee *Halictus* sp could contribute directly to cross-pollination because, in addition to vibrating the flowers, it penetrates deeply to collect pollen. These findings are very relevant because they showed that beyond wind, we should now count on bees' involvement to improve tomato production.

Keywords : *insects, bees, pollination, tomato, fruit set, korhogo.*

I - INTRODUCTION

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) est une plante herbacée de la famille des Solanacées. Elle est cultivée dans de nombreux pays du monde et sous divers climats y compris les régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri [1]. De nos jours, elle est devenue un légume de plus en plus sollicité. C'est le premier légume consommé au plan mondial devant la pastèque et le chou [2]. Sa production mondiale a progressé régulièrement au cours des dix dernières années. Elle est passée de 129 à 177 millions de tonnes en moyenne par an, soit une augmentation de 37 % entre 2010 et 2016 [2]. La tomate est très importante dans l'alimentation humaine, elle constitue un bon réservoir d'antioxydants, comme le lycopène, l'acide ascorbique, les caroténoïdes, les flavonoïdes et les composés phénoliques [3]. Elle est riche en glucides, en protéines, en lipides, en vitamines A, B, C et E ainsi qu'en oligo-éléments tel que le potassium. Sa peau et ses graines sont riches en fibres [4]. De nombreuses études épidémiologiques ont montré que la consommation de fruits et légumes comme la tomate, joue un rôle dans la prévention des maladies chroniques, diminue la mortalité due au cancer et les maladies cardiovasculaires [5, 6].

En Côte d'Ivoire, la tomate est le légume le plus consommé car, elle est présente dans toutes les sauces et toutes les formes de salade. La production annuelle fluctue entre 22 000 et 35 000 tonnes, doublée d'une très forte importation pour satisfaire la demande. Les variétés cultivées sont pour la plupart introduites d'Europe ou d'Israël [7]. Malheureusement, la production de la tomate en Côte d'Ivoire se caractérise par une courte période d'abondance suivie d'une période de pénurie relativement longue. De plus, ce fruit est très fragile et périssable à cause de sa teneur en eau qui est supérieure à 85 %, ce qui est souvent à l'origine des pertes post-récoltes. Ces pertes peuvent atteindre plus de 40 % dans beaucoup de pays ouest-africains où, les industries modernes de production de concentrés de tomate sont presque inexistantes [8]. La tomate est une plante à fleurs hermaphrodites et auto-fertiles. Ses fleurs ont besoin d'être secouées ou vibrées afin que le pollen soit libéré des anthères [9]. Chez les tomates cultivées en plein champs, les fleurs sont naturellement secouées par le vent et par certaines espèces d'abeilles [10, 11]. Différentes espèces d'abeilles ont été identifiées comme pollinisateurs de la tomate dans plusieurs

régions du monde. Ainsi, les espèces *Amegilla chlorocyanea* et *A. holmesi* ont été identifiées comme les pollinisateurs de la tomate en Australie [12, 13]. Au Mexique, *Bombus ephippiatus* a été identifié comme le pollinisateur de la tomate [14]. *Bombus pascuorum*, *B. terrestris*, *B. lapidarius* en Europe Centrale [10], et *Centris tarsata* et *Bombus morio* au Brésil, ont été identifiées comme les principaux pollinisateurs de la tomate plantée en plein champs [11, 15]. Au Bénin, l'inventaire de l'entomofaune des champs de tomate a rapporté la présence des abeilles *Xylocopa* sp. et *Apis mellifera* [16]. Au Kenya, *Xylocopa calens* et *Halictus* spp., pollinisent également la tomate [17]. En Côte d'Ivoire, très peu d'études ont concernées les pollinisateurs de la tomate et leur impact réel sur la production. C'est pour palier à ce déficit de données, que cette étude a été réalisée. Elle vise à contribuer à la connaissance des insectes pollinisateurs de la tomate en vue d'optimiser sa production. De façon spécifique, il s'est agi, (i) de déterminer la diversité des insectes floricoles de la tomate, (ii) d'évaluer leur efficacité de butinage, (iii) de mesurer leur impact sur quelques paramètres de production.

II - MÉTHODOLOGIE

II-1. Site d'étude

Cette étude a été réalisée à Korhogo (9° 26' 47.06" LN ; 5° 38' 40.74" LW) au nord de la Côte d'Ivoire. Les parcelles d'échantillonnage ont été choisies dans le carré potager de l'Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo (**Figure 1**). C'est un espace aménagé sur le domaine de l'Université servant de site expérimental aux enseignants et aux étudiants. Il abrite à cet effet, de nombreux essais dont les nôtres. Notre étude a duré six mois, de la mise en place du champ expérimental de tomate (variété COBRA), jusqu'à la maturation des fruits. Le champ était composé de sept parcelles dont cinq parcelles utilisées pour l'étude de la pollinisation et deux parcelles pour l'observation de la diversité des visiteurs et leur efficacité à butiner les fleurs.

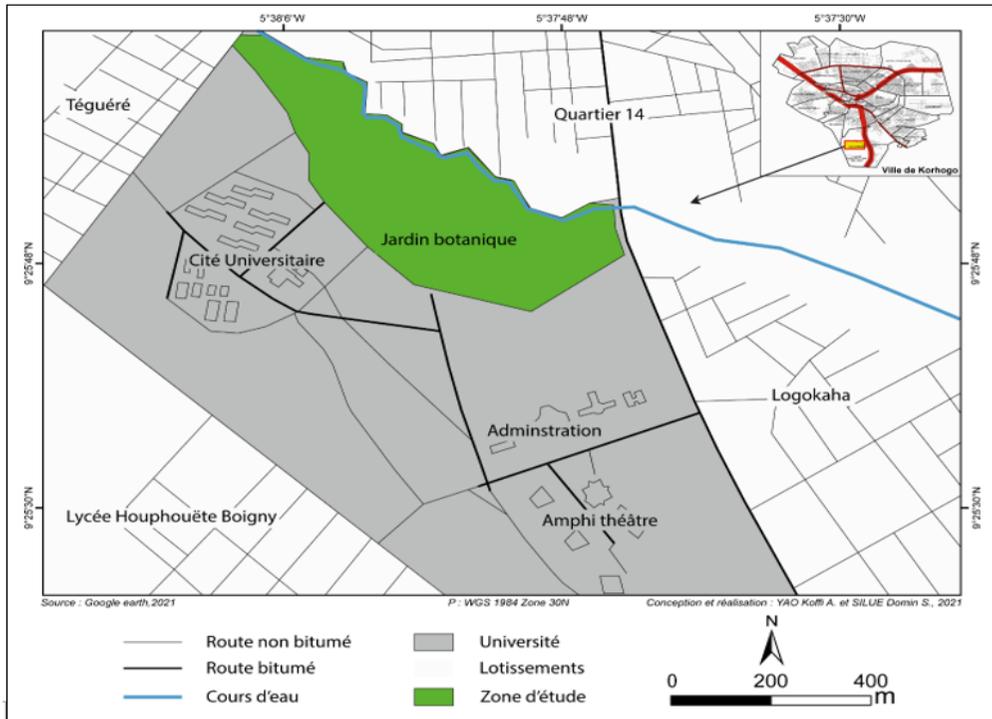


Figure 1 : Carte du site d'étude

II-2. Efficacité de butinage des insectes floricoles

Sur chacune des deux parcelles, les insectes visitant les fleurs de tomate ont été observés une fois par semaine pendant toute la période de floraison. Les observations ont été effectuées de 6h à 18h à raison de 15 min par tranche horaire. De façon pratique, on notait pour chaque groupe taxonomique, le nombre de fleurs visitées et le comportement de chaque visiteur notamment, son contact ou non avec le pistil, le but étant de renseigner sur son intervention dans le transfert du pollen au pistil. Une estimation de la vitesse de butinage a été faite et considérée dans le choix des principaux visiteurs, sachant que la cadence à laquelle les fleurs étaient butinées pouvait varier selon les visiteurs. Une seule visite était comptabilisée par insecte, c'est-à-dire, lorsqu'un insecte quittait la parcelle observée, on arrêtait aussitôt de comptabiliser ses visites. La diversité des insectes a été déterminée à partir des identifications effectuées. Les paramètres météorologiques tels que la température, l'humidité relative et l'ensoleillement ont été relevés pendant la période d'observation afin d'établir s'il en existe, une corrélation entre l'activité des abeilles et ces facteurs abiotiques.

II-3. Identification des insectes

Les insectes observés ont été identifiés sur place. Cependant, les spécimens difficilement identifiables ont été capturés et convoyés au laboratoire pour être identifiés à la loupe binoculaire grâce à une clé d'identification des insectes et une collection de référence des abeilles de l'Afrique de l'Ouest, établit par Coulibaly depuis 2015.

II-4. Impact des insectes sur quelques paramètres de production de la tomate

Deux traitements de pollinisation ont été appliqués chacun sur 20 plants de chaque parcelle. Dix plants par parcelle ont été protégés (couverts) des visites d'insectes et dix autres plants sont restés libres (non couverts). Au total, 50 plants protégés et 50 plants non protégés ont été utilisés pour l'ensemble de l'étude. Les pratiques traditionnelles (désherbage, traitements contre les ravageurs et apport d'engrais) ont continué sur les différentes parcelles du début de la culture jusqu'à la maturation des fruits. A la récolte, il a été noté si le plant a produit ou non des fruits. Les paramètres de production tels que le taux de fructification, la taille, la masse et la circonférence des fruits ont été calculés.

II-5. Analyse statistique

Plusieurs mesures de la diversité ont été effectuées à travers le calcul de la richesse spécifique et l'abondance des insectes. La richesse spécifique (S) a été obtenue à partir de la *Formule*

$$S = \Sigma \text{espèces} [18] \quad (1)$$

et l'abondance relative (A) a été obtenue à partir de la *Formule*

$$A = \frac{\Sigma n_i}{N} \times 100 \quad (2)$$

(n_i = incidence de l'individu de l'espèce i dans l'habitat ; N = nombre total de sections de l'habitat).

L'analyse de variances à l'aide du logiciel STATISTICA version 7.1, a permis de comparer les différentes moyennes et d'établir une corrélation entre l'activité des insectes et les facteurs abiotiques. Le test de Newman Keuls a permis de regrouper les différentes moyennes.

III - RÉSULTATS

III-1. Richesse des insectes floricoles

Les insectes floricoles identifiés au cours de notre étude étaient composés essentiellement d'abeilles. Au total, six espèces d'abeilles ont été identifiées sur les fleurs. Elles appartiennent à deux familles que sont les Apidae et les Halictidae. Les Apidae comprenaient l'abeille domestique *Apis mellifera* et deux espèces d'abeilles sauvages *Ceratina* sp., et *Meliponula togoensis*. Quant aux Halictidae, elles comprenaient les espèces d'abeilles sauvages *Acunomia ivoiriensis*, *Pseudapis interstitinervis* et *Halictus* sp.

III-2. Abondance relative des insectes floricoles

Au total, 60 spécimens d'abeilles ont été capturés sur les fleurs de tomate. Les Halictidae étaient la famille d'abeilles la plus abondante. Elles représentaient 71,65 % des abeilles capturées contre 28,35 % pour les Apidae. Au niveau spécifique, les espèces d'abeilles les plus abondantes étaient respectivement *Halictus* sp (56,66 %), *Apis mellifera* (18,33 %), *Acunomia ivoiriensis* (13,33 %). Les autres espèces moins abondantes étaient *Ceratina* sp (8,33 %), *Pseudapis interstitinervis* (1,66%) et *Meliponula togoensis* (1,66 %).

III-3. Efficacité de butinage des insectes floricoles

III-3-1. Variation journalière de l'activité des abeilles

De façon générale, le rythme d'activité des abeilles variait au cours de la journée. L'activité de *Halictus* sp commençait à 8h du matin puis, augmentait progressivement pour atteindre son pic maximal entre 10h et 11h. Après cette tranche horaire, l'activité diminuait brutalement entre 11h et 12h avant de se stabiliser entre 12h et 13h. Elle diminuait à nouveau entre 13h et 14h pour s'annuler entre 14h et 15h. Une petite reprise de l'activité était constatée entre 15h et 16h, pour chuter finalement entre 16h et 17h (**Figure 2**). L'abeille domestique *Apis mellifera* était active à partir de 9h du matin. Elle atteignait son pic d'activité maximale entre 10h et 11h comme *Halictus* sp. Après cette tranche horaire, son activité chutait brutalement jusque dans la tranche 12h - 13h, où une légère reprise de l'activité était observée pour enfin chuter entre 14h et 15h (**Figure 2**). L'activité de *Acunomia ivoiriensis* commençait à partir de 8h du matin pour atteindre son pic maximal entre 9h et 10h. Après cette tranche horaire, l'activité chutait brutalement pour s'annuler entre 11h et 12h (**Figure 2**). L'espèce d'abeille *Meliponula togoensis* avait un rythme d'activité très faible. Elle commençait entre 8h et 9h puis, restait stationnaire jusqu'à la tranche 10h - 11h (**Figure 2**). L'activité de *Ceratina* sp débutait à 7h du matin pour atteindre son pic maximal entre 8h et 9h. Ce pic restait

stationnaire jusqu'à la tranche 9h – 10h. Après cette tranche horaire, l'activité diminuait brutalement pour s'annuler entre 10h et 12h. Une légère reprise de l'activité était observée à partir de 12h pour atteindre un deuxième pic entre 12h et 13h avant de diminuer progressivement et s'annuler à nouveau entre 13h et 14h (**Figure 2**). L'espèce d'abeille *Pseudapis interstitinervis* était active très tôt le matin à partir de 6h du matin. Son activité restait stationnaire jusqu'à 9h avant de connaître une augmentation pour atteindre un pic maximal entre 9h et 10h du matin. Après cette tranche horaire, elle chutait à nouveau entre 10h et 11h. A partir de 11h, l'activité de *Pseudapis interstitinervis* restait stationnaire jusqu'à la fin de la journée entre 18h et 19h (**Figure 2**).

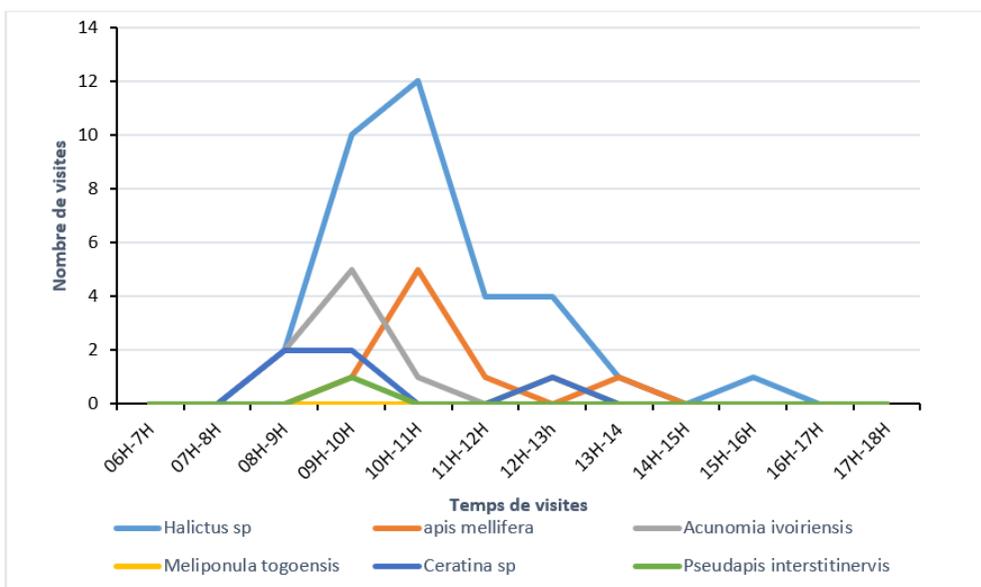


Figure 2 : Variation journalière de l'activité des espèces d'abeilles

III-3-2. Nombre de visites florales

Au total, 140 visites d'insectes ont été comptabilisées. Le plus grand nombre de visites (108 visites ; 77,14 %) a été opéré par *Halictus sp.* L'abeille domestique *Apis mellifera* a opéré 14,28 % des visites, suivie respectivement de *Meliponula togoensis* (0,71 %), de *Pseudapis interstitinervis* (0,71), de *Acunomia ivoiriensis* (4,28) et de *Ceratina sp* (2,85).

III-3-3. Vitesse de butinage

La vitesse de butinage est un facteur important de la mesure de l'efficacité de pollinisation. La répartition des insectes selon le nombre de fleurs visitées en fonction du temps (nombre de fleurs / seconde), a montré que les visites de

Halictus sp sont les plus fréquentes. Ces dernières butinent les fleurs de tomate à une cadence moyenne de 0,78 fleurs/seconde. Elles sont suivies des espèces *Ceratina* sp dont la cadence est de 0,64 fleurs/seconde.

III-3-4. Nature des visites

Dans 98,80 % des cas, les abeilles ont opéré des visites positives, c'est-à-dire qu'elles ont prélevé au moins un nutriment lors de leur passage. Concernant ces visites positives, les abeilles ont collecté dans 89,2 % des cas, les deux nutriments (le pollen et nectar), dans 7,3 % des cas uniquement du pollen et dans 3,5 % des cas, elles ont collecté uniquement du nectar.

III-4. Influence des facteurs abiotiques sur l'activité des insectes

Les données récoltées sur la tomate ont montré que l'activité de *Halictus* sp augmentait avec la température et diminuait avec l'humidité relative. Les analyses statistiques ont montré qu'il existe une corrélation positive ($r = 0,42$) entre la température et l'activité de *Halictus* sp et une corrélation négative ($r = -0,39$) entre l'humidité relative et l'activité de *Halictus* sp (**Figure 3**).

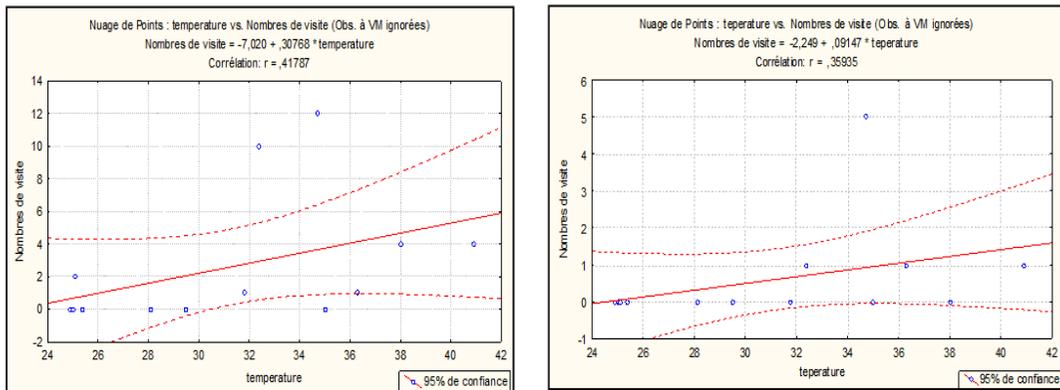


Figure 3 : Corrélation entre température/humidité et activité de *Halictus* sp

L'activité d'*Apis mellifera* sur les fleurs de tomate augmentait avec la température et diminuait avec l'humidité relative. Les analyses statistiques ont montré qu'il existe une corrélation positive ($r = 0,36$) entre la température et l'activité d'*Apis mellifera* et une corrélation négative ($r = -0,27$) entre l'humidité relative et l'activité d'*Apis mellifera* (**Figure 4**).

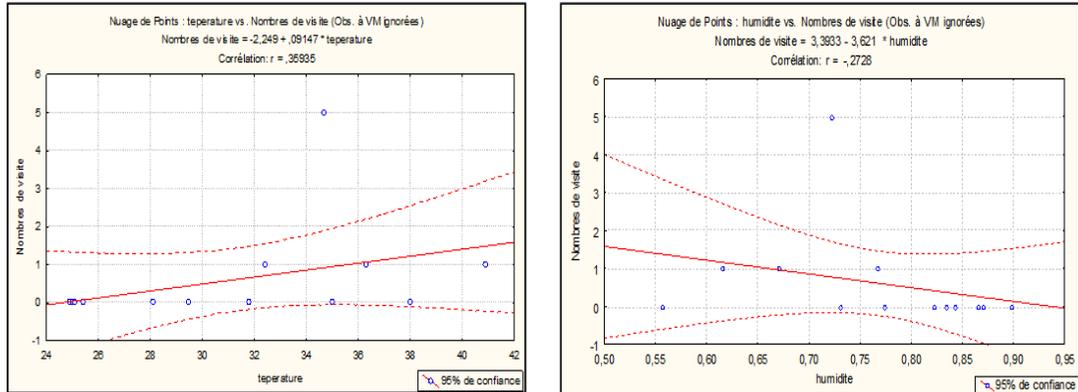


Figure 4 : *Corrélation entre température/humidité et activité d’Apis mellifera*

Lorsque la température augmentait, l’activité d’*Acunomia ivoiriensis* diminuait. Inversement, elle diminuait lorsque l’humidité relative augmentait. Les analyses statistiques ont montré qu’il existe une corrélation négative ($r = -0,03$) entre la température et l’activité d’*Acunomia ivoiriensis* et une corrélation positive ($r = 0,03$) entre l’humidité relative et l’activité d’*Acunomia ivoiriensis* (Figure 5).

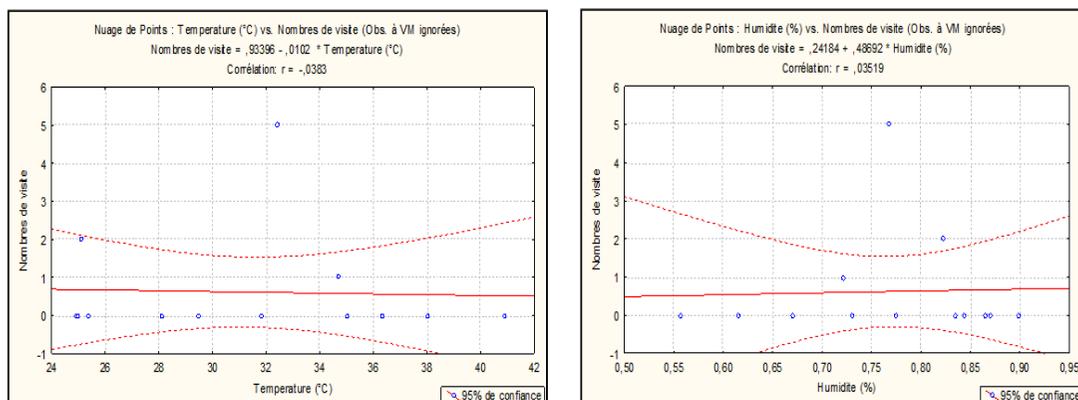


Figure 5 : *Corrélation entre température / humidité et activité d’Acunomia ivoiriensis*

L’activité de *Ceratina* sp diminuait avec la température et l’humidité relative. Les analyses statistiques ont montré qu’il existe une corrélation négative entre la température et l’activité de *Ceratina* sp ($r = -0,07$) et également une corrélation négative ($r = -0,10$) entre l’humidité relative et l’activité de *Ceratina* sp (Figure 6).

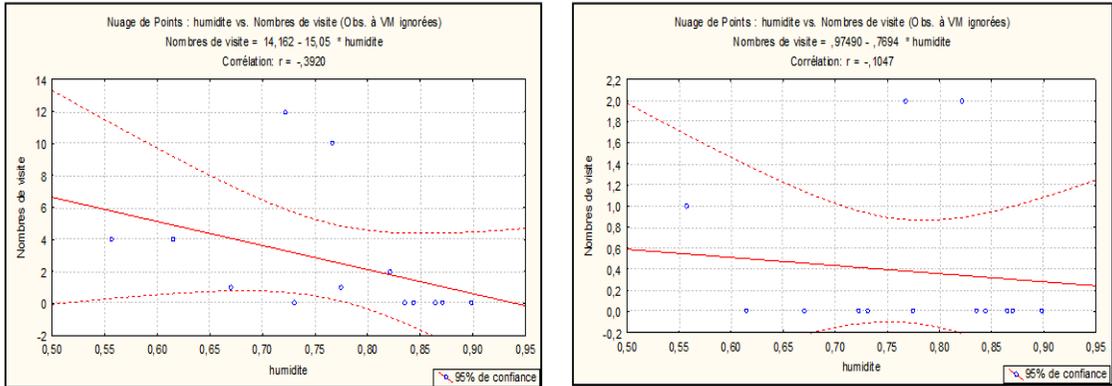


Figure 6 : *Corrélation entre température/humidité et activité de Ceratina sp*

L'activité de *Pseudapis interstitinervis* augmentait avec la température et diminuait avec l'humidité relative. Les analyses statistiques ont montré qu'il existe une corrélation positive entre la température et l'activité de *Pseudapis interstitinervis* ($r = 0,06$) et une corrélation négative ($r = -0,4.10^{-3}$) entre l'humidité relative et l'activité de *Pseudapis interstitinervis* (**Figure 7**).

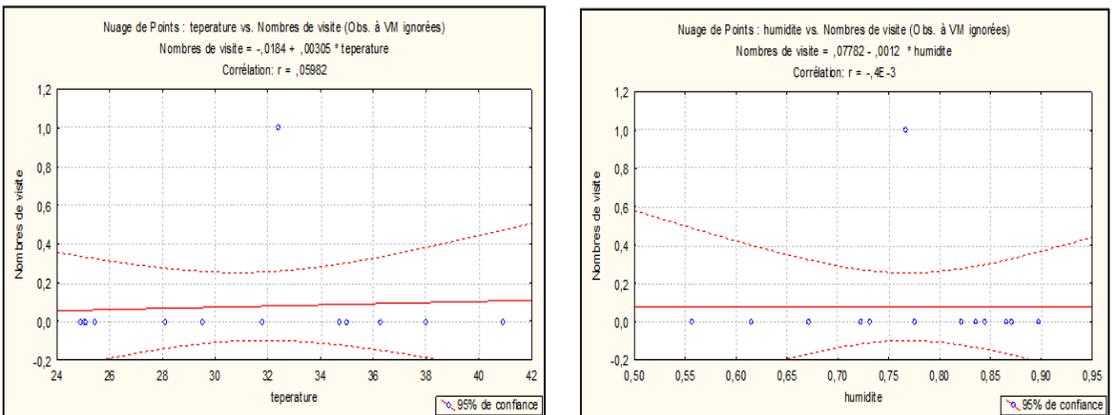


Figure 7 : *Corrélation entre température / humidité et activité de Pseudapis interstitinervis*

Lorsque la température augmentait, l'activité de *Meliponula togoensis* augmentait. Inversement, elle diminuait lorsque l'humidité relative augmentait. Les analyses statistiques ont montré qu'il existe une corrélation positive entre la température et l'activité de *Meliponula togoensis* ($r = 0,36$) et une corrélation négative ($r = -0,60$) entre l'humidité relative et l'activité de *Meliponula togoensis* (**Figure 8**).

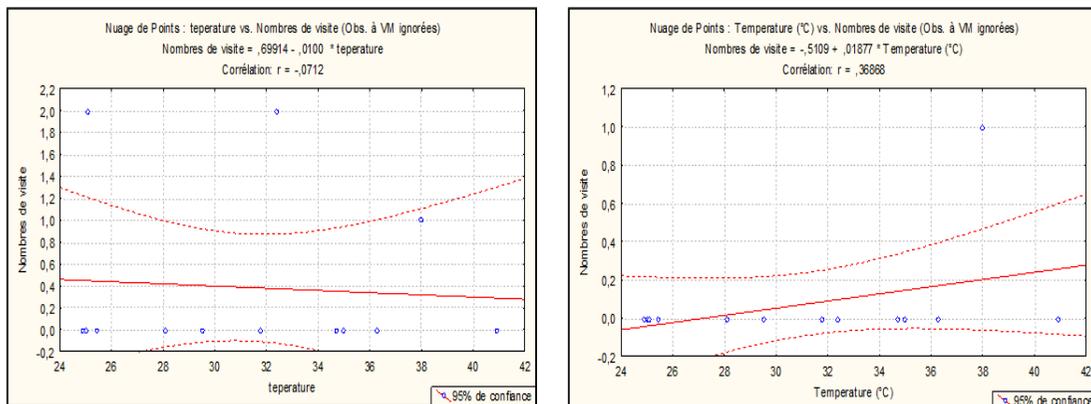


Figure 8 : *Corrélation entre température / humidité et activité de Meliponula togoensis*

III-5. Impact de la pollinisation sur les paramètres mesurés

- **Impact sur la mise à fruits :** L'absence d'insectes pollinisateurs a diminué la mise à fruits par rapport à la présence d'insectes. Le taux de mise à fruits était de 50 % pour les fleurs couvertes et 80 % lorsque les fleurs étaient non couvertes.
- **Impact sur la masse des fruits :** La masse des fruits pour les plants non couverts a augmenté avec la visite des insectes ($47,97 \pm 1,92$) et diminué pour les plants couverts ($40,02 \pm 2,98$). L'analyse des variances a montré une différence significative entre la masse moyenne des fruits issus des différents traitements ($F = 4,997$ et $p = 0,027$) (**Figure 9**).

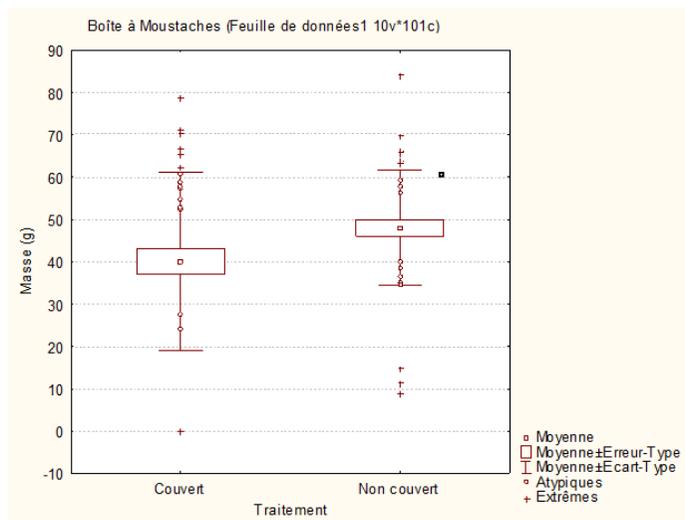


Figure 9 : *Masse moyenne des fruits de tomate*

- **Impact sur la taille des fruits** : La taille des fruits pour les plants non couverts a augmenté également avec la visite des insectes ($6,79 \pm 0,11$) et diminué pour les plants couverts ($5,83 \pm 0,37$). L'analyse des variances a montré une différence significative entre la taille des fruits issus des différences traitements ($F = 5,995$; $p = 0,016$) (**Figure 10**).

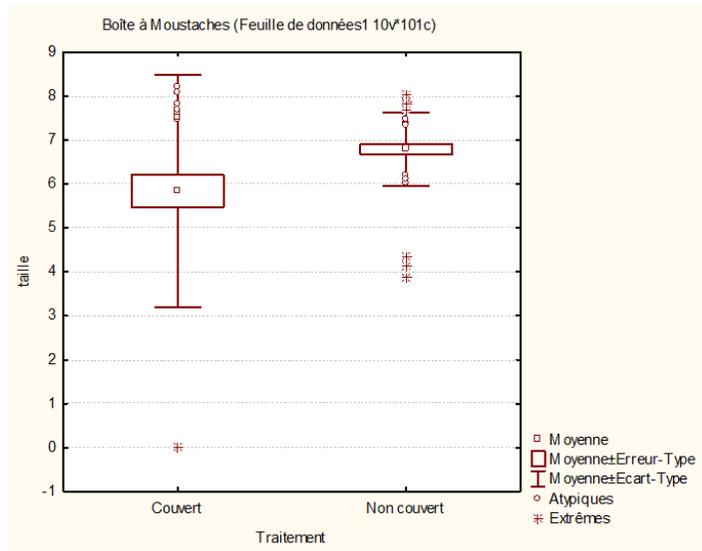


Figure 10 : Taille moyenne des fruits de tomate

- **Impact sur la circonférence des fruits** : La circonférence des fruits pour les plants non couverts était plus grande avec la visite des insectes ($6,67 \pm 0,11$) et petite pour les plants couverts ($5,60 \pm 0,27$). L'analyse des variances a montré une différence significative entre la circonférence des fruits issus des différents traitements ($F = 7,913$; $p = 0,005$) (**Figure 11**).

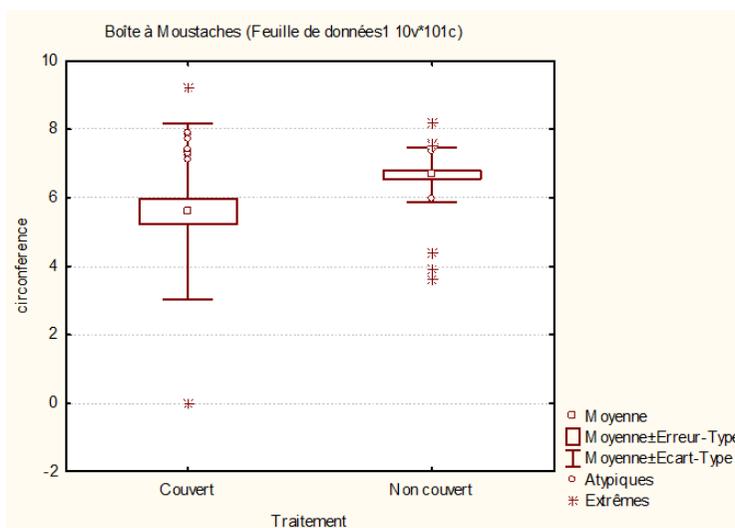


Figure 11 : Circonférence moyenne des fruits de tomate

IV - DISCUSSION

IV-1. Diversité des insectes floricoles de la tomate

Dans cette étude, six espèces d'abeilles (*Halictus* sp., *Pseudapis interstitinervis*, *Apis mellifera*, *Acunomia ivoirienensis*, *Meliponula togoensis* et *Ceratina* sp.) ont visité régulièrement les fleurs de tomate. La présence de ces espèces d'abeilles sur le site d'étude pourrait être due à une grande disponibilité de leurs ressources alimentaires et des conditions propices de nidification. La tomate pourrait être également une plante préférentielle pour ces espèces d'abeilles. Dans une étude similaire réalisée par Toni et collaborateurs [19], dans la commune de Kétou au sud-est du Bénin, les auteurs ont montré que les visiteurs des fleurs de tomate sont des insectes appartenant essentiellement aux espèces *Amegilla* sp., *Halictus* sp., *Hylaeus* sp., et *Xylocopa olivacea*. Ces visiteurs de tomate sont différents de ceux de notre étude parce que probablement, ils n'ont pas été observés dans la même région.

IV-2. Activité des insectes floricoles de la tomate

Le pic d'activité des abeilles sur les fleurs de tomate est variable d'une espèce à une autre. Cela pourrait être dû à la spécificité de chaque espèce d'abeilles notamment dans sa recherche de nourriture et son organisation propre à elle-même. En effet, lors de leurs sorties, certaines espèces d'abeilles peuvent avoir un intérêt pour une autre plante avant même de s'attaquer aux fleurs de tomate. Par contre, d'autres espèces d'abeilles envahissent directement les fleurs de

tomate dès leurs sorties et ne butinent uniquement que celles-ci. Dans tous les cas, le pic d'activité se situait dans la matinée pour toutes les espèces visitrices. Nos résultats confirment ceux de Sawadogo qui note qu'une grande partie de la matinée (de 7 h à 10 h) est presque entièrement consacrée à la collecte du pollen et quasiment tout l'après-midi est exclusivement consacré à la récolte du nectar [20]. En effet, le pollen est toujours récolté très humide dans la matinée pendant que la rosée est encore abondante, ou quelques fois l'après-midi si celui-ci a été pluvieux. Autrement, les pelotes se désagrègent très facilement.

IV-3. Impact des abeilles sur la production de la tomate

Les abeilles ont tendance à vibrer les fleurs de tomate lors du butinage permettant aux pollens de rentrer en contact avec le stigmate. Elles ont contribué à augmenter les rendements des fruits de la tomate. Cela est visible à travers la bonne qualité et la quantité des fruits issus des fleurs non protégées par rapport à ceux issus des fleurs protégées. En effet, la tomate est une plante autogame qui fructifie sans l'intervention des pollinisateurs. Cependant, le butinage des fleurs peut contribuer à améliorer les caractéristiques des fruits dont la masse, la taille et la circonférence comme confirmé par Silva et collaborateurs qui ont aussi démontré que les pollinisateurs améliorent les caractéristiques des fruits de tomate [11]. Ces résultats corroborent également ceux des travaux précédents sur la tomate, réalisés par Abbadi, qui ont montré que la pollinisation par les abeilles a amélioré sensiblement le succès de fructification au cours des essais [21]. Des résultats similaires sur la tomate ont été aussi obtenus par Bell *et* collaborateurs et par Santos et collaborateurs [11, 22]. Par ailleurs, on pourrait penser que l'espèce d'abeille *Halictus* sp, contribuerait directement à la pollinisation croisée de la tomate. Car, en plus de vibrer les fleurs, elle y pénètre profondément pour y récolter du pollen.

V - CONCLUSION

Cette étude a révélé que l'abeille domestique *Apis mellifera* et cinq espèces d'abeilles sauvages sont les principaux visiteurs des fleurs de tomate dans notre site d'étude. L'espèce d'abeille sauvage *Halictus* sp, en plus de vibrer les fleurs, semble contribuer directement à la pollinisation croisée car, elle pénètre profondément les fleurs pour y récolter le pollen. Les paramètres de production mesurés (taux de fructification, masse, taille et circonférence des fruits) ont été améliorés lorsque les plants sont restés libres. L'effet des abeilles sur la production s'avère donc très bénéfique pour améliorer les revenus des producteurs. Pour cela, il est nécessaire de sensibiliser les acteurs agricoles sur ses effets bénéfiques afin qu'ils adoptent des pratiques visant à protéger les communautés d'abeilles. De même, les producteurs de tomate sous abris

devraient désormais prendre en compte l'action de ces abeilles pour l'obtention de meilleurs rendements. Par ailleurs, il serait important d'approfondir les études afin d'identifier les pollinisateurs les plus efficaces qui pourraient être valorisés pour la pollinisation dans les zones de production en milieu périurbains où les habitats naturels sont très perturbés ou quasi inexistant.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les autorités universitaires de Korhogo pour avoir accepté nos essais au sein du jardin botanique. Nous remercions également les différents lecteurs du manuscrit pour leurs contributions qui ont permis de rehausser la qualité de l'article.

RÉFÉRENCES

- [1] - A. MENSAH, S. SIMON, K. F. ASSOGBA, L. ADJAITO, T. MARTIN et M. NGOUAJIO, Intensification de la culture de tomate sous abri couvert de filet anti-insectes en région chaude et humide du Sud-Bénin, *Science et Technique-Revue Burkinabé de la Recherche, Série Sciences Naturelles et Agronomie*, 2 (2016) 267 - 283
- [2] - FAOSTAT, (2018). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, consulté le 9 septembre (2018)
- [3] - L. ARAB et S. STECK, Lycopene and cardiovascular disease, *American Society for Clinical Nutrition*, (2014) 6 p.
- [4] - I. SAWADOGO, M. KOALA, C. DABIRE, L. P. OUATTARA, V. BAZIE, A. HEMA, C. GNOULA, E. PALE et R. H. C. NEBIE, Etude de l'influence des modes de transformation sur les teneurs en lycopène de quatre variétés de tomates de la région du nord du Burkina Faso, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9 (2015) 362 - 370
- [5] - J. M. LECERF, Tomate, lycopène et prévention cardiovasculaire. *Phytothérapie*, 4 (2006) 34 - 39
- [6] - C. CHANFORAN, Stabilité de micro constituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoéchio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate, *Thèse de doctorat en Montpellier*, (2010) 399 p.
- [7] - A. SANGARE, E. KOFFI, F. AKAMOU et C. A. FALL, Rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, République de Côte d'Ivoire, (2009) 64 p.

- [8] - J. DOSSOU, I. SOULE et M. MONTCHO, Evaluation des caractéristiques physicochimiques et sensorielles de la purée de tomate locale produite à petite échelle au Bénin. *Tropicicultura*, 25 (2007) 119 - 125
- [9] - L. A. MORANDIN, T. M. LAVERTY et P. G. KEVAN, *Bumble bee* (Hymenoptera: Apidae) activity and pollination levels in commercial tomato greenhouses, *Journal of Economic Entomology*, 94 (2001) 462 - 467
- [10] - H. TEPPNER, Pollinators of tomato (*Lycopersicon esculentum* ; Solanaceae) in Central Europe, *Phyton*, 45 (2005) 217 - 235
- [11] - C. F. SILVA-NETO, B. B. GLIMA, L. B. GONCALVES, B. A. LIMA, M. A. BERGAMINI, S. ELIAS et E. V. FRANCESCHINELLI, Native bees pollinate tomato flowers and increase fruit production, *Journal of Pollination Ecology*, 11 (2013) 41 - 45
- [12] - K. C. L. KHOGENDOORN, M. GROSS, K. SEDGLEY et M. A. KELLER, Increased tomato yield through pollination by native Australian *Amegilla chlorocyanea* (Hymenoptera : Anthophoridae), *Journal of Economic Entomology*, 99 (2006) 829 - 833
- [13] - M. C. BELL, R. N. SPOONER-HART et A. M. HAIGH, Pollination of greenhouse tomatoes by the Australian blue banded bee *Amegilla* (*Zonamegilla*) *holmesi* (Hymenoptera : Apidae), *Journal of Economic Entomology*, 99 (2006) 437 - 442
- [14] - C. H. VERGARA et B. FONSECA, Pollination of greenhouse tomatoes by the Mexican bumblebee *Bombus ephippiatus* (Hymenoptera : Apidae), *Journal of Pollination Ecology*, 7 (2012) 27 - 30
- [15] - C. M. SILVA-NETO, L. L. BERGAMINI, M. A. S. ELIAS, G. L. MOREIRAC, J. M. MORAIS, B. A. R. BERGAMINI et E. V. FRANCESCHINELLI, High species richness of native pollinators in Brazilian tomato crops, *Brazilian Journal of Biology*, 77 (2017) 506 - 513
- [16] - D. A. CHOUGOUROU, J. AGBAKA, R. ADJAKPA, G. EHINNOU, U. KOUTCHIKA, E. KPONINTO et ADJALIAN, Inventaire préliminaire de l'entomofaune des champs de tomates (*Lycopersicum esculentum* Mill) dans la commune de djakotomey au Bénin, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (2012) 1798 - 1803
- [17] - J. M. KASINA, Bee pollinators and economic importance of pollination in crop production: case of Kakamega, Western Kenya, PhD dissertation, *University of Bonn*, Germany, (2007) 150 p.
- [18] - A. MORIN et S. FINDLAY, Biodiversité : Tendances et processus. Biologie de la conservation des espèces. *Université d'Ottawa*, Canada, (2001) 25 p.
- [19] - H. C. TONI, B. A. DJOSSA, O. S. TEKA et H. YEDOMONHAN, Les services de pollinisation des abeilles sauvages, la qualité et le rendement

- en fruits de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) dans la commune de Kétou au Sud Bénin. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 32 (2019) 239 - 258
- [20] - M. SAWADOGO, Contribution à l'étude du cycle des miellées et du cycle biologique annuel des colonies d'abeilles *Apis mellifera adansonii* Lat. à l'ouest du Burkina Faso. *Thèse de doctorat 3ième cycle, Université de Ouagadougou*, (Burkina Faso), (1993) 167 p.
- [21] - S. Y. A. ABBADI, Open pollination efficiency on field grown tomato compared with isolated under similar condition, *Sarhad Journal of Agriculture*, 26 (2010) 361 - 364
- [22] - A. B. D. SANTOS, A. C. ROSELINO, M. HRNCIR, et L. R. BEGO, Pollination of tomatoes by the stingless bee *Meliponula quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae)? *Genetics and Molecular Research*, 8 (2009) 751 - 757